

唐冶,陈春艳,赵克明.伊宁市 1991—2011 年降雨特征分析[J].沙漠与绿洲气象,2014,8(6):41-46.
doi:10.3969/j.issn.1002-0799.2014.06.007

伊宁市 1991—2011 年降雨特征分析

唐冶,陈春艳*,赵克明

(新疆气象台,新疆 乌鲁木齐 830002)

摘要:利用 1991—2011 年 5—9 月伊宁市气象站逐小时降水资料,分析了伊宁近 21 a 降雨特征。结果表明,21 a 来伊宁雨日年际变化较为明显,后 10 a 和前 10 a 相比,中雨、大雨和暴雨日数均出现增加,但小雨日数明显减少导致总雨日出现了减少。小雨过程发生最多的时段是 7 月中旬,中雨和大雨过程最多时段同在 5 月下旬。前半夜为中雨、大雨、暴雨过程最易发生时段,后半夜为小雨过程最易发生时段。逐小时降水量和降水频次呈现较为一致的日变化特征,夜雨多且雨量集中。伊宁的降水主要以短时性降水(1~4 h)为主,多发生在前半夜至后半夜,1 h 降水频次最多的是量级 ≤ 1 mm 的降水,但 1.1~3 mm 量级的降水贡献率最高。

关键词:降水;日变化;雨强;持续时间;伊宁

中图分类号:P468

文献标识码:A

文章编号:1002-0799(2014)06-0041-06

近年来全球气候变化及其引发的自然灾害引起人们的普遍关注,暴雨、雪灾、洪涝灾害等不仅与降水量有关,还与降水强度及降水日数有密切关系^[1-9],而对于降水的研究,也由过去的单一地对降水量的研究转向对降水量、雨日、雨强的综合研究^[10-13],新疆气象工作者对新疆局地降水的特征也进行了分析研究^[14-21],因为只有综合地研究雨日和降水量才能更好地体现降水强度的变化。

伊犁河谷三面环山,且呈东高西低的喇叭状,伊宁站位于河谷西北部,是冷空气入侵新疆的指标站之一,对于新疆地区,尤其是北疆地区降雨预报而言尤为关键,因此研究伊宁站逐小时降雨特征,对北疆地区降雨精细化预报至关重要。在实际预报业务中,预报员最为关心的是:降雨持续时间和量级以及该降雨过程始发时间、每种量级降雨过程的持续时间和始发时间等统计特征,本文利用 1991—2011

年 5—9 月伊宁市气象站逐小时降水量资料,从多种角度分析近 21 a 伊宁降雨特征,试图给出具有较多参考信息的分析结果,为精细化降雨预报预警提供基础性背景资料。

1 资料和方法

选用经过新疆气象信息中心审核后的伊宁市气象站 1991—2011 年 5—9 月的逐小时降水量资料,通过筛选去除缺测的降水记录,对逐小时降水频次、高发时段和不同量级逐时雨强发生频次、雨日等进行统计分析。雨日定义为日降雨量 ≥ 0.1 mm 的日数,如果前一日 20 时(北京时,下同)到当日 20 时之间降水量 ≥ 0.1 mm,就记为一个雨日,这 24 小时雨量称为日雨量。根据新疆降水量等级标准,定义小雨日为日雨量 ≥ 0.1 mm 且 ≤ 6 mm 的日数;中雨日为日雨量 ≥ 6.1 mm 且 ≤ 12 mm 的日数;大雨为日雨量 ≥ 12.1 mm 且 ≤ 24 mm 的日数;暴雨日为日雨量 > 24 mm 的日数。

当一次降水结束后 6 h 没有降水发生,就认为该次降水过程结束。例如:02 时持续 4 h 降水就是指 01:01 开始、止于 05:00 的降水过程。在分析不同量级降水过程变化特征时,过程降水量用 R 表示,当 $0.1 \text{ mm} \leq R \leq 6.0 \text{ mm}$ 时定义为一个小雨过程;当 $6.1 \text{ mm} \leq R \leq 12.0 \text{ mm}$ 时定义为一个中雨过程;当

收稿日期:2013-08-16;修回日期:2014-05-20

基金项目:中国沙漠气象研究基金(Sqj2012008),2013 年新疆气象局预报预测关键技术项目“南疆偏西地区强对流天气成因分析及其预报预警技术研究”。

作者简介:唐冶(1980-),男,工程师,主要从事数值预报产品释用和天气预报业务系统研发工作。E-mail:lsntang@163.com

通讯作者:陈春艳(1969-),女,高级工程师,主要从事短期天气分析与预报技术研究。E-mail:chency357@sina.com

12.1 mm $\leq R \leq 24.0$ mm 时定义为一个大雨过程;
 $R \geq 24.1$ mm 时定义为一个暴雨过程。对于不同量级降水的日变化特征的分析,将每日 24 h 分成 4 个时段,考虑到伊宁所处的时区,4 个时段分别为:上午(09—14 时)、下午(15—20 时)、前半夜(21—02 时)、后半夜(03—08 时),然后统计各量级降水的频次、持续时间、发生时段。

对于逐小时降水频次的统计,只要该时刻内降水量 >0.1 mm,就认为该小时内有一次降水发生,然后统计各时次降水频次的总和。雨强,又称为降雨强度,指单位时间的降雨量,文中雨强均指 1 h 雨强。将 1 h 雨强(1 h 降水量用 R_1 表示)分为 6 个量级,即 $R_1 \leq 1$ mm, 1.1 mm $\leq R_1 \leq 3$ mm, 3.1 mm $\leq R_1 \leq 5$ mm, 5.1 mm $\leq R_1 \leq 7$ mm, 7.1 mm $\leq R_1 \leq 9$ mm, $R_1 \geq 9.1$ mm,分别统计各量级发生频次。将 1 h 雨强不同量级降水量总和占各量级降水量总和的百分比称为各量级降水对总降水量的贡献率。

2 雨日的变化特征

表 1 给出了不同量级降水日数的逐年变化。伊宁近 20 a 共有小雨日 624 d, 平均每年 30 d, 其中 1992 年、1994 年、1998 年均出现 40 d, 同为 21 a 中最大, 1991 年有 17 d, 为 21 a 最小。中雨日数共有 85 d, 平均每年有 4 d, 其中 1993 年有 10 d, 为 21 a 中最大, 1991 年、1994 年和 1996 年分别只有 1 d, 是 21 a 中最小值; 超过平均值的年数有 12 a, 其降水日数之和占中雨总数和的 79.8%。

大雨日数共有 34 d, 平均每两年有 3 d, 2011 年有 4 d, 为最多, 1995 年、2000 年和 2008 年, 这 3 a 均没有出现大雨过程。暴雨日数共有 11 d, 平均每两年有 1 d 暴雨日数, 最大值为 2 d, 分别出现在 1999 年和 2004 年, 1991—1995 年、2000 年、2002—2003 年、2005 年、2008—2009 年和 2011 年均没有暴雨日。

总体来说, 伊宁 21 a 中共有雨日 754 d, 最大值为 48 d, 出现在 1998 年, 最小值 19 d, 出现在 1991 年。通过对比 1991—2000 年和 2001—2010 年的小雨、中雨、大雨、暴雨和总雨日数, 发现中雨日数有一定的增加, 大雨和暴雨略有增加, 但小雨日数明显减少, 几乎每年减少 2 d 之多, 导致总雨日数年均减少近 1 d。伊宁各量级雨日的年际变化显著, 如小雨和中雨日数, 有的年份可以多达 40 d、10 d, 而有的年份仅有 21 d 和 1 d。

表 1 雨日的年变化统计

年份	小雨日数/d	中雨日数/d	大雨日数/d	暴雨日数/d	总雨日/d
1991	17	1	1	0	19
1992	40	2	3	0	45
1993	32	10	2	0	44
1994	40	1	1	0	42
1995	24	3	0	0	27
1996	32	1	1	1	35
1997	21	2	2	1	26
1998	40	5	2	1	48
1999	31	5	1	2	39
2000	36	4	0	0	40
2001	21	3	1	1	26
2002	32	7	2	0	41
2003	32	6	2	0	40
2004	24	6	2	2	34
2005	29	4	3	0	36
2006	28	4	2	1	35
2007	26	6	3	1	36
2008	23	3	0	0	26
2009	30	6	1	0	37
2010	33	2	1	1	37
2011	33	4	4	0	41
合计	624	85	34	11	754
平均值	29.7	4.0	1.6	0.5	35.9
大于平均 值所占 百分比%	57.1	38.1	52.4	42.9	61.9

3 不同量级降水过程及不同持续时间降水过程变化特征

3.1 不同量级降水过程变化特征

图 1 和图 2 给出了近 21 a 伊宁不同量级降水频次的逐年变化和持续时间特征, 小雨过程年际变化最为明显, 不同年份之间差异较大。21 a 中共有 754 次小雨过程, 平均每年约 36 次, 总持续时间为 1 747.2 h, 平均持续时间为 2.3 h, 其中 1992 年有小雨过程 52 次, 为 21 a 来最多, 而 1991 年仅出现了 23 次, 为 21 a 间最少。中雨过程不同年份之间存在一定的差异, 21 a 共有中雨过程 89 次, 平均每年 4 次, 总持续时间 586.5 h, 平均持续时间 6.6 h, 其中 2007 年有中雨过程 9 次, 为 21 a 间最大值, 而 1991 年、1994 年仅有一次中雨过程, 为 21 a 来最小值。

近 21 a 内伊宁共有 33 次大雨过程, 平均每年的大雨过程不足 2 次, 2011 年有大雨过程 3 次, 为 21 a 来最多, 而 1995 年、2000 年、2008 年均没有大

雨过程发生。21 a内仅有7次暴雨过程,平均每3 a发生1次暴雨过程,21 a中共有14 a没有暴雨过程发生。由此可见,近21 a来伊宁大雨和暴雨过程存在很大的年际变化。大雨和暴雨过程总持续时间依次为290.4 h和135.1 h,平均持续时间依次为8.8 h和19.3 h。

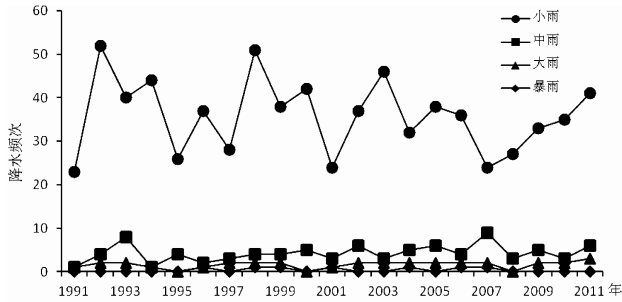


图1 不同量级降水过程频次逐年变化

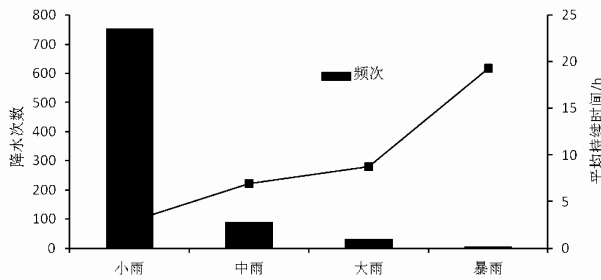


图2 不同量级降水过程频次及平均持续时间对比

从1991—2011年5—9月各月的变化来看(表2),不同量级降水过程表现出不同的变化特征。从各月降水过程来看,5月为降水过程发生最多的月份,9月为最少月份。

伊宁小雨过程发生最多的月份为7月,共有182次,其次是6月、5月和8月,9月最少,发生频次依次为175次、167次、142次和88次。从各月发生时段来看,7月中旬最多,其次是7月下旬和上午;6月下旬最多,上午最少;5月上旬、下旬多,中旬较少;8月上旬和9月下旬为小雨高发时段,8月中、下旬和9月上、中旬相对较少。

中雨过程5—9月发生频次依次减少,5月是发生最多的月份,共有34次;6月有19次,7月、8月和9月减少到13次、12次、11次。5月下旬最多14次,其次是5月上旬13次,再次是6月中旬10次。发生较少时段是7月上旬、9月上旬、中旬,各有3次;最少是8月下旬,仅有2次。

6月、7月同为大雨过程最多的月份,共9次;8月、9月最少,共4次,5月7次。5月下旬大雨过程

最多,共6次,6月上旬、下旬次多,同为4次,7月上旬、中旬、下旬同时为3次。大雨过程发生较少时段为5月上旬、6月中旬、8月中、下旬、9月中、下旬,仅有一次,5月中旬没有大雨过程发生。

伊宁暴雨过程7月最多,共3次,5月、6月各有2次,8月、9月均没有暴雨过程出现。1991—2011年仅在5月中、下旬、6月上、中旬和7月上、中、下旬各有1次暴雨过程,其它时段均没有暴雨过程出现。

总体来看,伊宁各量级降水过程出现频次在不同月之间有差异,同一量级的降水过程在不同月之间也有显著变化,同一量级降水过程出现频次在各月的分布时段也有差异。

表2 1991—2011年不同量级降水过程发生时段统计

量级	5月			6月			7月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
小雨	57	53	57	48	62	65	55	69	58
中雨	13	7	14	4	10	5	3	5	5
大雨	1	0	6	4	1	4	3	3	3
暴雨	0	1	1	1	1	0	1	1	1

图3为不同量级降水过程发生时段的统计图,小雨降水过程最易发生在后半夜,出现频次是238次,占小雨量级总和的31.6%;中雨和大雨降水过程最易发生在前半夜,出现频次依次是36次、16次,分别占中雨和大雨量级降水过程的40.5%和48.5%,暴雨过程最易发生在前半夜共有4次,占暴雨过程降水频次总和的36.4%。

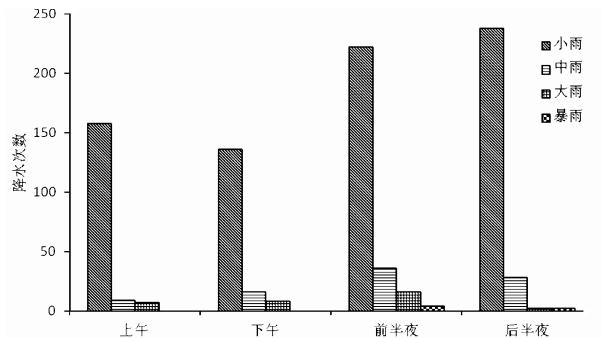


图3 不同量级降水过程发生时段
(降水开始时间)

3.2 不同持续时间降水过程变化特征

图4给出了不同持续时间降水过程的日变化特征,可以看出不同持续时间的降水在一日内表现出不同的变化特征。持续时间在1~3 h的降水从下午18时—09时为多发时段,其中01时为最大值,20

时、00 时同为较低值。10—17 时为低值区,其中有一个相对高值在 12 时,最低值出现在下午 15 时。随着降水持续时间的增加,降水的日变化趋势表现出不同的特点,持续时间 4~6 h 的降水高值区从 23 时—07 时,其中有两个日峰值分别出现在 23 时、06 时,有 3 个较低值出现在 1 时、2 时和 4 时;低值区间为 8—22 时,最小值出现在 17 时,仅发生 1 次。持续时间 7~9 h 降水的高值区间 20—08 时,其中最高值出现在 22 时和 06 时,最低值有 4 个,21 时、02 时、04 时、05 时;低值区间在 09—19 时,近 21 a 来 13 时、17 时、18 时没有持续时间在 7~9 h 的降水发生。持续 10~12 h 降水多发生在 22—09 时,最大值出现在 01 时,共发生 4 次,10—21 时为低值区间,仅在 15 时、20 时出现过持续 10~12 h 降水,其它时刻均没有持续 10~12 h 的降水发生。近 21 a 来持续 13~15 h 的降水共发生 18 次,最多发生在 01 时,共发生 3 次,次多是 3 时、9 时、19 时和 23 时,均发生 2 次;00 时、02 时、08 时、11 时、14 时、17 时、20 时各发生一次,其余 12 个时刻均没有持续 13~15 h 的降水发生。持续时间 ≥ 16 h 降水事件共发生 13 次,02 时、19 时、23 时发生较多,均为 2 次,01 时、09 时、10 时、13 时、18 时、21 时、22 时这些时刻各发生 1 次,其余 14 个时刻均没有持续时间 ≥ 16 h 的降水发生。

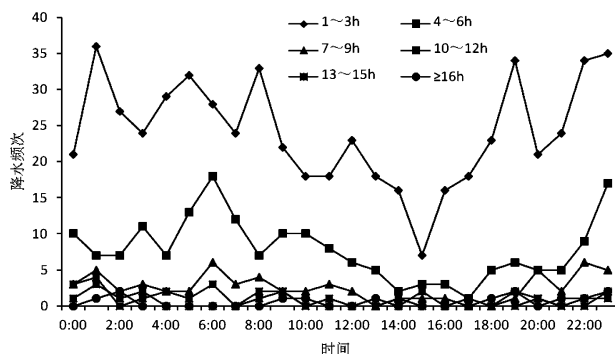


图4 不同持续时间降水过程日变化

不同持续时间降水过程起始时间日变化统计分析表明:伊宁降水在前半夜至后半夜以短时性降水为主,下午至前半夜以长时性降水为主。伊宁近 21 a 共出现 883 次降水过程(图 5),其中以短时性降水占多数,持续 1 h 降水最多 284 次,占降水总频次的 32.2%,持续 2 h、持续 3 h 和持续 4 h 降水分别占降水总频次的 20.6%、13.0%和 8.7%,持续 4 h 以下的降水频次占降水总数的 74.5%,而持续时间在 6 h 以上的降水频次总数和仅占降水总数的 18.6%。

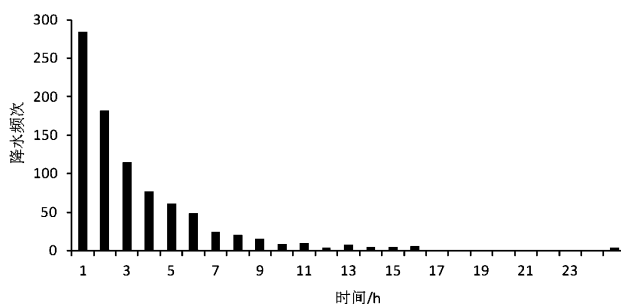


图5 不同持续时间降水过程频次变化

4 逐小时降水日变化和雨强分布特征

10—21 时为伊宁降水量的低值时段,仅占 24 h 降水总量的 37.1%,一天中降水量最少的时次是 15 时。22—09 时为降水量的高值时段,其中 22—01 时为降水量最大时段,01 时是降水量最大时刻,该时刻多年累积降水量为 176.9 mm,是 15 时的 3 倍多(图 6)。

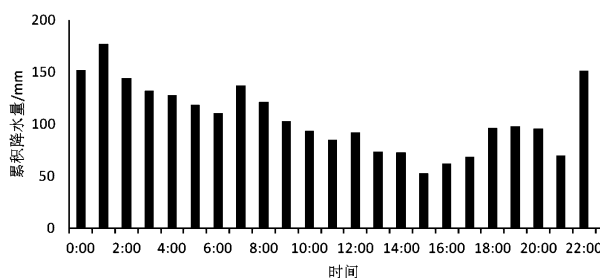


图6 1991—2011 年 5—9 月伊宁逐小时累积降水量日变化

23—12 时为降水易发时段,这 14 个时次内的降水总频次和占到 24 h 降水频次总和的 70.8%,且这一时段的每个时刻降水频次均超过 120 次,其中 05—09 时之间每个时刻降水频次超过 150 次,夜间 06 时降水次数最多,达到 164 次。13—22 时为降水频次的低值区间,最小值在 17 时,降水次数仅有 62 次,不到最大值的一半(图 7)。

伊宁 1 h 雨强统计结果见图 8,21 a 中逐小时

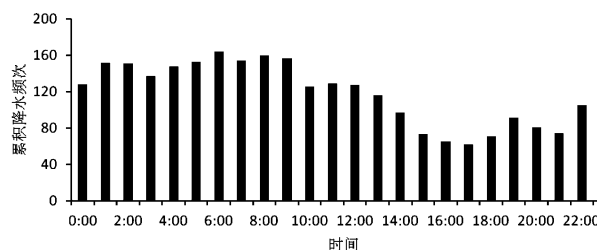


图7 1991—2011 年 5—9 月伊宁逐小时累积降水频次日变化

降水频次共 2 856 次,降水量总和 2 587.9 mm。1 小时降水量 $R_1 \leq 1$ mm 的频次最高,共 2 180 次,占各量级降水频次总和的 76.3%,降水量为 738.5 mm,对降水量的贡献率为 28.5%。 $1.1 \text{ mm} \leq R_1 \leq 3 \text{ mm}$ 量级的降水共有 516 次,约占各量级降水频次总和的 18.1%,降水量为 911.1 mm,对降水总量的贡献率为 35.2%。 $3.1 \text{ mm} \leq R_1 \leq 5 \text{ mm}$ 量级的降水共有 93 次,约占各量级降水频次总和的 3.3%,降水量为 359.2 mm,对降水总量的贡献率为 13.9%。 $5.1 \text{ mm} \leq R_1 \leq 7 \text{ mm}$ 量级的降水共有 33 次,约占各量级降水频次总和的 1.2%,降水量为 195.6 mm,对降水总量的贡献率为 7.6%。 $7.1 \text{ mm} \leq R_1 \leq 9 \text{ mm}$ 量级的降水共有 13 次,约占各量级降水频次总和的 0.5%,降水量为 99.9 mm,对降水总量的贡献率为 3.9%。 1 h 降水量 $\geq 9.1 \text{ mm}$ 的降水共出现 21 次,约占各量级降水频次总和的 0.7%,降水量为 283.8 mm,对降水总量的贡献率为 11.0%。伊宁 1 h 最大雨强出现在 1993 年 7 月 9 日 22 时,降水量达 21 mm,该小时内降水量已达新疆 12 h 降水量等级标准的暴雨量级。

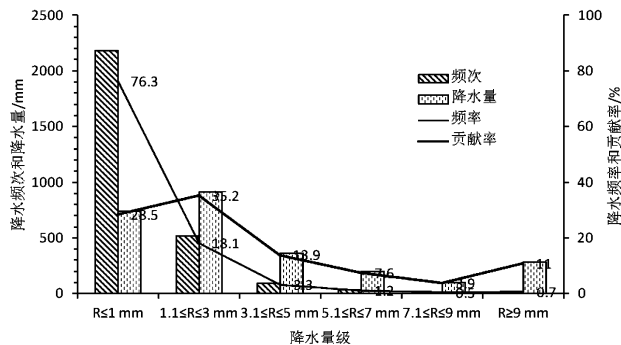


图 8 不同量级雨强降水量贡献率及其频次变化特征

综上所述,近 21 a 伊宁 1 h 降水频次最多的是量级 $\leq 1 \text{ mm}$ 的降水,其次是 $1.1 \text{ mm} \leq R_1 \leq 3 \text{ mm}$ 量级的降水,但从对降水的贡献率来看, $1.1 \text{ mm} \leq R_1 \leq 3 \text{ mm}$ 量级的降水贡献率最高,其次才是量级 $\leq 1 \text{ mm}$ 的降水。

5 结论

(1)伊宁近 21 a 各量级雨日不同年份之间有差异,年际变化较为明显,后 10 a 和前 10 a 相比,中雨、大雨和暴雨日数均出现增加,但小雨日数明显减少导致总雨日出现了减少。

(2)不同量级降水过程均有较为明显的年际差异。各量级降水过程中,小雨过程发生频次最多,其

次是中雨、大雨和暴雨过程,平均每年有 30 次小雨过程、4 次中雨过程、接近 2 次大雨过程和平均两年一次暴雨过程。

(3)小雨降水过程最易发生在后半夜,中雨、大雨和暴雨降水过程最易发生在前半夜。小雨过程发生最多的时段是 7 月中旬,5 月下旬是中雨、大雨过程发生最多的时段。

(4)一日内不同持续时间的降水呈现出不同的变化特征,短时性降水(1~3 h)主要集中在傍晚到夜间,持续 4~6 h 和 7~9 h 降水多集中在前半夜和后半夜,持续 10~12 h 及以上的降水多发生在夜间。伊宁的降水主要以短时性降水(1~4 h)为主,最多为 1 h 内的降水。

(5)伊宁近 21 a 逐小时累计降水量和累计频次呈现较为一致的日变化特征,夜雨多且雨量集中,逐小时降水量最少时次是 15 时、降水频次最小时次是 17 时。1 h 降水频次最多的是量级 $\leq 1 \text{ mm}$ 的降水,其次是 $1.1 \text{ mm} \leq R_1 \leq 3 \text{ mm}$ 量级的降水,但从对降水的贡献率来看, $1.1 \text{ mm} \leq R_1 \leq 3 \text{ mm}$ 量级的降水贡献率最高,其次才是量级 $\leq 1 \text{ mm}$ 的降水。

参考文献:

- [1] 薛燕,韩萍,冯国华.半个世纪以来新疆降水 and 气温的变化趋势[J].干旱区研究,2003,20(2):127-130.
- [2] 何清,杨青,李红军.新疆 40a 来气温、降水和沙尘天气的变化[J].冰川冻土,2003,25(4):423-427.
- [3] 杨莲梅.新疆极端降水的气候变化[J].地理学报,2003,58(4):577-583.
- [4] 黄玉霞,李栋梁,王宝鉴,等.西北地区近 40 年年降水异常的时空特征分析[J].高原气象,2004,23(2):245-252.
- [5] 史玉光,孙照渤.新疆水汽输送的气候特征及其变化[J].高原气象,2008,27(2):310-319.
- [6] 辛渝,陈洪武,张广兴,等.新疆年降水量的时空变化特征[J].高原气象,2008,27(5):993-1003.
- [7] 魏娜,巩远发,孙炯,等.西北地区近 50a 降水变化及水汽输送特征[J].中国沙漠,2010,30(6):1450-1457.
- [8] 姜逢清,李珍,杨跃辉.乌鲁木齐降水分布型及其 40 多年来的变化[J].干旱区研究,2006,23(1):83-88.
- [9] 刘惠云,王晓梅,肖书君,等.乌鲁木齐市近 40 多年降水演变特征[J].干旱区研究,2007,24(6):785-789.
- [10] 王世杰,杨连梅,史玉光.乌鲁木齐 1991—2010 年降水特征分析[J].中国沙漠,2012,32(2):509-516.
- [11] 何立富,陈涛,湛芸,等.大气探测资料在中尺度暴雨中的分析和应用[J].应用气象学报,2006,17(增刊):88-97.
- [12] 汪青春,李林,刘蓓.青海省近 40 年雨日、雨强气候变化特征[J].气象,2005,31(3):69-72.

- [13] 姚莉,赵声蓉,赵翠光,等.中国中东部逐时雨强时空分布及重现期的估算[J].地理学报,2010,65(3):293-300.
- [14] 周雪英,段均泽,李晓川.近52年巴音布鲁克山区日降水变化趋势与突变特征分析[J].沙漠与绿洲气象,2013,7(5):19-24.
- [15] 白松竹,李焕,张林梅.阿勒泰地区冬季降水变化特征分析[J].沙漠与绿洲气象,2014,8(1):6-10.
- [16] 刘琳,陈静.新疆1961—2011年极端降水事件年内非均匀特征分析[J].沙漠与绿洲气象,2013,7(1):53-59.
- [17] 岳江,胡良温,王小兰,等.大同地区降水变化特征及趋势分析[J].沙漠与绿洲气象,2013,7(3):26-31.
- [18] 姚楚平,刘妮娜,井立红,等.1954—2010年和布克赛尔县降水变化特征及其影响事实分析[J].沙漠与绿洲气象,2012,6(4):27-31.
- [19] 肖开提·多莱特.新疆降水量级标准的划分[J].新疆气象,2005,28(3):7-8.
- [20] 张家宝,邓子凤.新疆降水概论[M].北京:气象出版社,1987:229-232.
- [21] 张林梅,黄阿丽,谢秀琴,等.新疆阿勒泰地区冬季极端低温事件特征分析[J].干旱气象,2013,31(1):89-94.

Rainfall Variation during 1991-2011 in Yining

TANG Ye, CHEN Chunyan, ZHAO Keming

(Xinjiang Meteorological Observatory, Urumqi 830002, China)

Abstract Based on hourly precipitation data from May to September during 1991-2011 from Yining meteorological station, the features of rainfall change during recent 21 years were analyzed. Results showed that over the 21 years, the rain days had a significant inter-annual variation. Compared to that during 1991-2000, the rain days of moderate rain, heavy rain, torrential rain increased during 2002-2011, while the days of light rain decreased obviously leading to the total rain days decreased. The light rain occurred most frequently in the middle of July but moderate rain and heavy rain both in the late May. At the first half of night (21:00—02:00), moderate rain, heavy rain and torrential rain occurred most easily, and the light rain at the second half of the night (02:00—08:00). The diurnal variations of hourly precipitation and rainfall frequency were consistent, and their peaks both occurred from 22:00 to 11:00(the next day). The short-term precipitation (1~4 h) was the mainly precipitation in Yining, mainly happened from the early to late mid-night. The rainfall frequency for precipitation less than or equal to 1.0mm in 1 hour was the maximum., however, the contribution of the frequency of the rainfall greater than or equal to 1.1mm but less than or equal to 3.0mm was most significant to the precipitation.

Key words precipitation; diurnal variations; rain intensity; duration; Yining